

공동주택 급배수 설비소음의 주관반응에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Subjective Response for Water Supply and Drain Installations in Apartment Bathroom

이 태 강* · 고 광 필** · 김 항*** · 송 국 곤**** · 김 선 우†

Tai-Gang Lee, Kwang-Pil Ko, Hang Kim, Guk-Gon Song
and Sun-Woo Kim

(2008년 3월 14일 접수 ; 2008년 5월 13일 심사완료)

Key Words : Apartment House(공동주택), Subjective Response(주관반응), Noise Emission from Water Supply and Drain Installations(급배수설비소음), Noise Criteria(소음기준), Noise Rating(소음 평가) Correlation Analysis(상관분석)

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the appropriate evaluation method for the water supply and drain noise of bathroom in apartment and to propose some fundamental idea on its regulation. For this reason, it was studied the acoustical characteristics of water supply and drain noise as modifying the water supply pressure for the washbasins and toilet stools and suggested the optimum evaluation method through psychoacoustic test. As a result of investigation of the levels by evaluating the adjectives and noise sources with 7-step criteria corresponding to each level of plumbing noises and analysis of the correlation between physical evaluation values by comparing the criteria, dB(A), N, and NC, with subject's response, determination coefficient(R^2) was shown to be relatively fair or higher ranged from 0.65 to 0.92. It is shown that 'Harsh', 'Nervous', 'Unpleasant', 'Distasteful', and 'Repellent' as a second factor are to be appropriate to evaluate plumbing noise. Above these results could be used in basic data establishing KS(Korean Standard) for evaluation and rating procedure and measures reducing these noise.

1. 서 론

오늘날 우리의 주거형태는 공동주택이 보편화 되어가고 있으며 생활의 질 향상에 따라 쾌적한 음 환경에 대한 거주민의 요구는 날로 증가하고 있는 실정이다. 특히 벽과 바닥을 인접세대와 공유해야하는

공동주택의 실내 음환경은 고층, 고밀화에 따른 구조계획의 합리화로 구조체가 경량화 되고 내부 간막이 벽 등이 건식화 됨으로써 점점 악화되는 경향을 보이고 있다.

특히 욕실 급배수 설비소음은 최근 입주자들의 생활패턴이 다양화 됨에 따라 한 밤중에도 발생할 가능성이 높다. 또한 욕실의 배수방식도 외국과 달리 천장 배관공법을 선호하고 있어 아래층 욕실 및 침실에 급배수 소음이 직접 전달되기 쉬운 구조를 가지고 있으며, 공동주택내 급배수 설비소음은 배관방식, 배관재의 종류, 배관스페이스의 구조 및 위치, 배관내 급수압력, 토출(배수)량, 유속변화 등 여러

† 교신저자; 정회원, 전남대학교 건축학부
E-mail : swkim@chonnam.ac.kr
Tel : (062)530-1635, Fax : (062)530-0780

* 전남대 바이오 하우스 연구원

** ES 시스템

*** 정회원, 한국조선기자재연구원

**** 전남대 대학원 건축학과

요소들에 의해 복합적인 영향을 받고 있다.

최근 도입된 주거 성능 개선을 위해 시행되고 있는 건교부 고시 주택성능표시제도(주택성능 인증제도)에 의해 소음, 구조, 외부환경, 생활환경, 화재소방성능의 5개 항목을 대상으로 그 성능을 평가하도록 하고 있으며, 소음분야는 다시 바닥충격음, 욕실 소음, 세대경계소음으로 분류하고 있다¹⁾. 또한 친환경 건축물 인증기준에서는 절수형 변기사용, 배관지 지부와 벽, 바닥 관통부위 완충재 설치, 저소음형 배수관사용, 변기와 욕조의 방진고무 설치, 당해 층 배관 등의 채택 여부를 가지고 그 인증의 기준을 삼고 있어, 이 인증기준만으로는 급배수 소음저감 대책으로는 한계가 있다²⁾.

국내의 공동주택 급배수 소음에 대한 평가방법 및 그 소음기준을 살펴보면 공동주택 급배수 소음에 대한 측정방법이라 할 수 있는 KS F 2870(공동주택 욕실 급수 설비소음 측정방법)과 KS F 2871(공동주택 욕실 배수음 측정방법)만이 제정되어 운영되고 있을 뿐, 소음의 양부를 판정하고 그 차음성능 개선에 대한 내용을 객관적으로 정량화 시킬 수 있는 소음의 평가방법과 소음기준이 설정되어 있지 않아서 소음 대책 및 소음관련 민원발생시 급배수 소음 기준부재로 분쟁해결에 어려움이 많은 실정이다.

이 연구는 공동주택 급배수 설비 소음원을 대상으로 음원실로부터 수음실 전달되는 소음 정도에 대한 반응을 조사하기 위한 방안으로서 청감실험을 실시, 욕실 급배수 설비 소음에 대한 주관적 반응정도를 조사·분석하였다.

또한 소음원에 대한 물리적 평가치와의 상관성을 파악하여 평가어휘 척도에 해당하는 평가치를 산정하고, 평가어휘 요인별로 심리 반응치 값에 대응하는 물리적 평가치수에 해당하는 값을 분석하여 국내 공동주택 급배수 설비소음 기준 설정에 대한 기초적 자료를 제시하고자 한다.

2. 급배수 설비소음에 대한 청감 실험

2.1 청감실험 개요

청감실험에 사용된 공동주택 급배수 설비 소음원은 기존연구³⁾의 실태조사를 통해 분석된 공동주택

의 대변기와 세면기 소음을 대상으로 실제 발생하는 소음을 녹음하여 그 소음원의 특성과 전달정도를 고려한 레벨과 주파수 변조를 통해 청감음원을 작성하였다.

음원변조에 이용된 대변기와 세면기 수전의 음원 특성은 Fig. 1, Fig. 2와 같다.

청감실험용 음원을 작성하기 위한 음원의 편집과 변조는 음향편집프로그램(Cool-edit Pro. V1.1)을 사용하였다.

2.2 청감실험 평가어휘

소음에 대한 거주자의 심리적 반응을 평가하기 위해 실시되는 청감실험은, 피험자의 심리량을 정성적, 정량적으로 측정해야 하는데 소음의 정성적 표현은 소음에 대한 평가어휘이며, 정량적 표현은 소음에 대한 수음자의 반응정도인 평가척도라고 할 수 있으므로 측정단위 즉, 평가어휘의 올바른 선정이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다.

이 연구의 청감실험에 사용한 평가어휘는 급배수 설비소음의 평가어휘 추출에 대한 기존 연구결과로

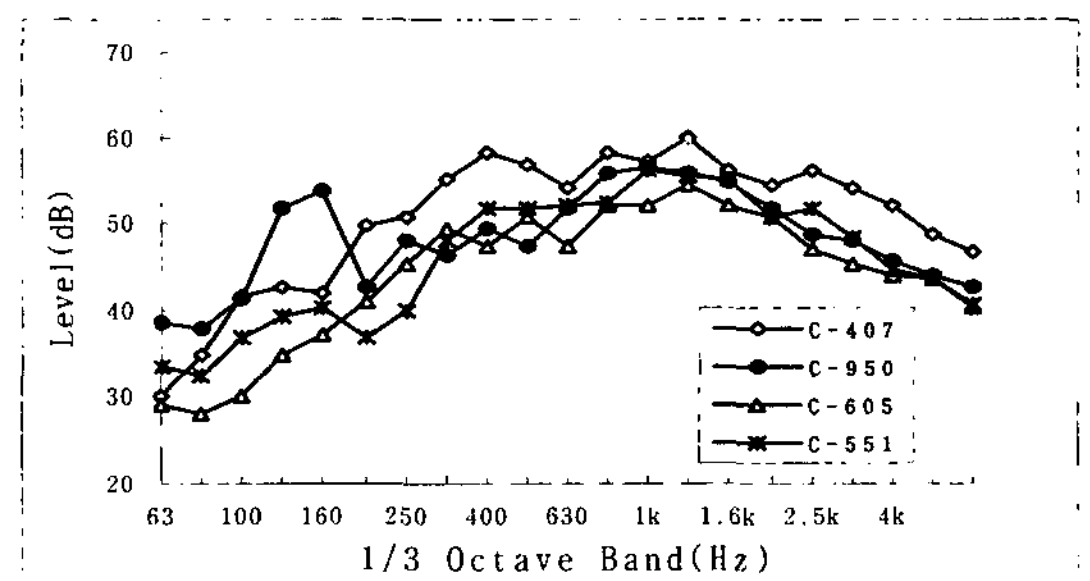


Fig. 1 Frequency analysis of closets

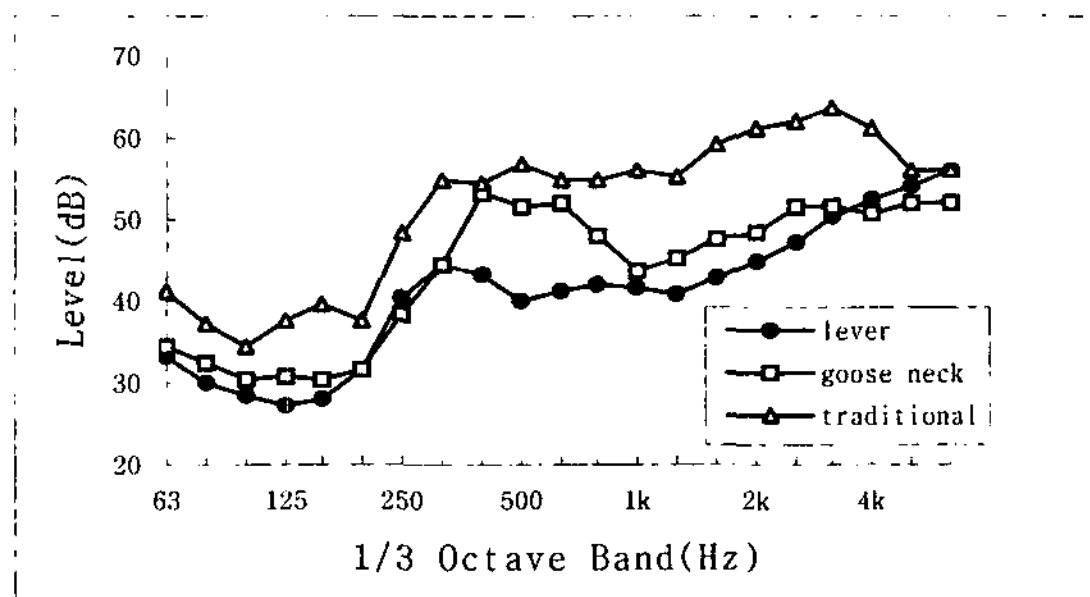


Fig. 2 Frequency analysis of faucet

1) 주택법 제 21조의 2 (주택성능등급 표시 등)
 2) 친환경건축물 인증제도 세부시행지침 2005.10 건설교통부.
 3) 이태강외 4명, “ 급수압 변화에 따른 대변기와 세면기의 급

배수 소음특성에 관한 실험적 연구”, 한국소음진동공학회 논문집 17권 3호, pp.226~234, 2007년 3월

부터 적정 평가어휘로 선정된 “듣기싫다”, “신경쓰인다”, “불쾌하다”, “싫다”, “거슬린다”, “시끄럽다”, “불만족스럽다”, “불편하다”, “방해된다”, “세차다”, “동적이다”, “급격하다”, “소란스럽다”, “요란하다”의 14개 소음평가 어휘를 사용하였다⁴⁾.

또한 추출된 어휘 척도에 따른 반응의 정도를 표현하는 방법으로는 7단계 리커트 단극 척도를 사용하여 강한 자극에 대한 반응일수록 “7-매우 불쾌하다”를 약한 자극에 대한 반응일수록 “1-전혀 ~ 하지 않다”를 선택하도록 하였다.

음원의 변조는 녹음된 소음원의 특성과 수음실에서 전달 특성을 감안, Cool Edit 프로그램을 이용하여 주파수 변조를 실시한 후, gain을 조정하여 청취레벨 5 dB 간격이 될 수 있도록 변조를 실시하였다.

음원의 제시레벨은 실내에서 청취하는 조건임을 감안하여 음원실의 기구특성인 최대 66 dB(A), 최소 레벨은 주거 생활 안에서 배경소음 레벨과 실제 청감실험실에서 음의 재생이 가능한 레벨을 감안하여 약 36 dB(A)로 조정하였다. Table 1은 음원변조를 통해 작성된 다양한 급배수 변기소음의 청감실험용 음원을 나타낸 것이다.

2.3 청감실험 방법 및 내용

청감실험은 전남대학교 건축음향연구실내 청감실험실에서 실시되었으며, 청감실험에 참여한 인원은

39명으로 각 피험자는 모두 정상청력을 지닌 22~47세의 남녀로서, 피험자 대부분 청감실험의 경험이 있는 사람들로 구성이 되어 있다.

음원의 제시는 헤드폰 분배기를 통해서 동일한 음이 피험자에게 제공함과 동시에 head and torso simulator를 이용하여 실시간으로 제시되는 음원의 이상여부를 체크하였으며 청감실험에 이용된 기구의 구성도는 Fig. 3과 같다.

음원의 제시는 Fig. 4와 같이 해당 음원을 들려주기에 앞서 신호음(signal sound)을 제시한 후, 3초 후에 이 음원을 30초간 제시하였으며, 음원이 끝나면 5초의 여유시간을 두고 응답자가 충분한 시간을 갖고 다음 음원에 대비토록 하였다.

또한, 청감실험은 공동주택 거주자의 조건에서 윗집과 옆집 욕실에서 들려오는 소음임을 주지시키면

Table 1 Noise source

Noise	Type	Noise	Type
Closet noise	Cistern united siphon(C-950)	Faucet delivering noise	Conventional faucet
	Cistern attached siphon(C-551)		Goose neck
	Cistern united vortex(C-605)		Lever faucet
Faucet draining noise	Outer trap		
	Supporting bowl		
	Inner trap		

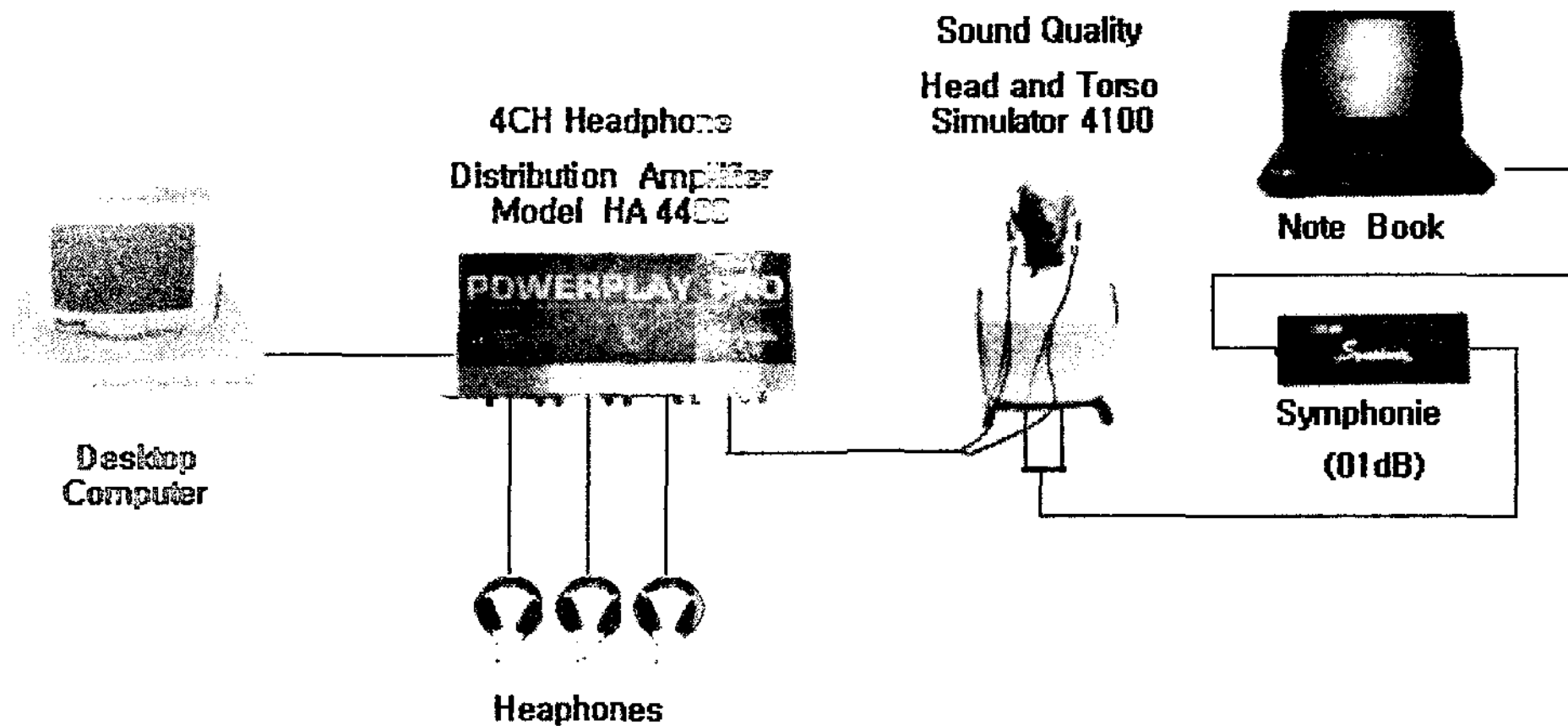


Fig. 3 Experimental setup

4) 송국곤 외 5명, “공동주택 욕실 급배수 설비소음 평가를 위한 어휘추출” 한국소음진동공학회 추계학술발표대회 발표논문, 2007, 11.

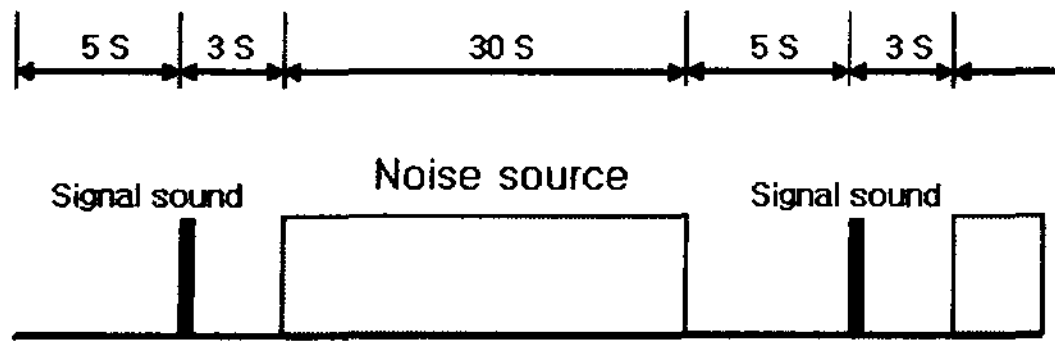


Fig. 4 Presentation of noise sources

서 실험에 임하도록 유도하였으며, 그 결과는 부록과 같다.

3. 주관반응 분석

3.1 주관적 반응치와 물리적 평가치 분석

청감실험에 의한 심리적 반응치를 분석하기 위하여, 다양한 음원에 대한 각 어휘별 피험자 반응의 대표치로서 피험자 반응의 극단치를 제거하는 효과를 갖는 중앙값(median)을 채택하여 분석하였다. 제시된 63개의 소음원을 듣고 각 평가어휘에 대하여 7단계 척도(전혀(not at all), 거의(nearly), 그다지(not so), 약간(a little), 보통(fairly), 상당히(quite), 매우(severe))를 대상으로 평가한 피험자의 반응치(중앙값)와 소음원의 물리적 평가치는 부록과 같다. 평가에 사용된 물리적 평가치는 실내소음 뿐만 아니라 각종 급배수 설비소음 평가방법으로 널리 이용되고 있는 dB(A), N, NC 평가법에 의한 평가 결과이다.

급배수 설비소음의 기준 및 평가방법은 dB(A), N, NC, NR 및 PNC에 의한 다양한 평가법이 제안되어 사용되고 있다. 그러나 NR은 원래 실내소음을 평가하기 위해 NC곡선과 유사한 곡선으로 제안된 것이기 때문에 1971년의 ISO 권고안에도 부록으로만 채택 되었을 뿐 개정에 관한 내용은 나타나지 않아 널리 사용되지 않고 있다⁵⁾.

또 PNC에 의한 평가법은 연구 당시 국가적 혹은 국제적인 연구내용을 포함하지 않아 임시적인 것으로 간주되었다. 더군다나 지금까지도 HVAC (heating ventilating and air-conditioning) 분야에서조차도 널리 이용되지 못하고 있으며, ASHRAE (american society of heating, refrigeration and air-conditioning) 핸드북(handbook)에서도 NC 곡선을 여전히 평가기준으로 간주하고 있으며⁶⁾, 특히

NR은 dB(A)와 PNC는 NC와 상관성이 높아 중복 사용되는 측면이 있어 이 연구에서는 dB(A), N, NC 평가법에 의한 반응결과를 분석하고자 한다.

반응치 결과는 전반적으로 소음의 레벨을 나타내는 물리적 평가치가 높을수록 어휘척도의 심리적 반응치도 부정적인 쪽의 높은 값을 나타내고 있으며, 물리적 평가치가 낮을수록 심리적 반응치도 긍정적인 값으로 나타남을 알 수 있다. 또한 레벨이 높을수록 반응치가 증가하고 있으며, 동일 소음레벨에 대해서 각 어휘들도 거의 유사한 득점을 하고 있음을 알 수 있다.

3.2 주관적 반응치와 물리적 평가치와의 상관성 분석

앞장의 결과를 토대로 각 평가어휘에 대한 주관적 심리반응치를 청감실험 과정에서 제시되었던 어휘별 특성(전혀, 거의, 그다지, 약간, 보통, 상당히, 매우)의 7단계 척도로 측정된 심리적 반응조사 결과를, 기존의 급배수 설비소음 평가어휘 추출을 위해 분석되었던 3개 요인으로 정리하여⁷⁾, “시끄러움”, “성가심”, “불편함”으로 명명된 3개 요인별 평가어휘에 대해 소음레벨에 대응하는 물리적 평가치와 심리반응과의 관계를 분석한 결과는 Fig. 5와 같다.

소음에 대한 물리적 평가치와 심리적 반응치의 관계는 평가방법의 상이에도 불구하고 물리적 평가치와 심리 반응치의 변화양상이 거의 유사한 패턴을 보이고 있다. 또한 상관관계도 양호한 상관관계를 보이고 있으며, 기울기는 각 평가지표별로 큰 편차를 보이고 있지 않고 있어서 심리 단계별 물리적 평가치의 변화량이 거의 동일한 수준일 것으로 판단된다.

한편 이러한 선형적인 관계에 대한 상관성을 확인하기 위해 선형 회귀식에 대한 결정계수를 구하여 정리한 결과는 Table 2와 같다.

물리적 평가치와 심리반응치와의 결정계수(R^2)를 살펴보면, 대체적으로 0.65 이상의 높은 상관값을 보이고 있어 양호한 상관관계가 있음을 알 수 있다. 이를 평가 어휘요인별로 살펴보면, 급배수 설비소음의 현상표현 어휘로 구성된 제 1요인인 “세차다”, “소란스럽다”, “동적이다”가 높은 순위를 보이고 있

⁵⁾Theodore J. Schultz, Community Noise Rating 2nd Edition, pp 67, Applied Science Publishers.

⁶⁾前掲書, p.73, Applied Science Publishers.

⁷⁾ 前掲書, “공동주택 욕실 급배수 설비소음 평가를 위한 어휘추출” 한국소음진동공학회 추계학술발표대회 발표논문, 2007, 11. 3개 요인별 적재량은 각각 5.18, 4.74, 2.74이며, 각각의 요인을 설명하는 분산은 제 1요인이 37.0%, 제 2요인 33.67, 제 3요인 19.61, 전체 분산 90.29%임

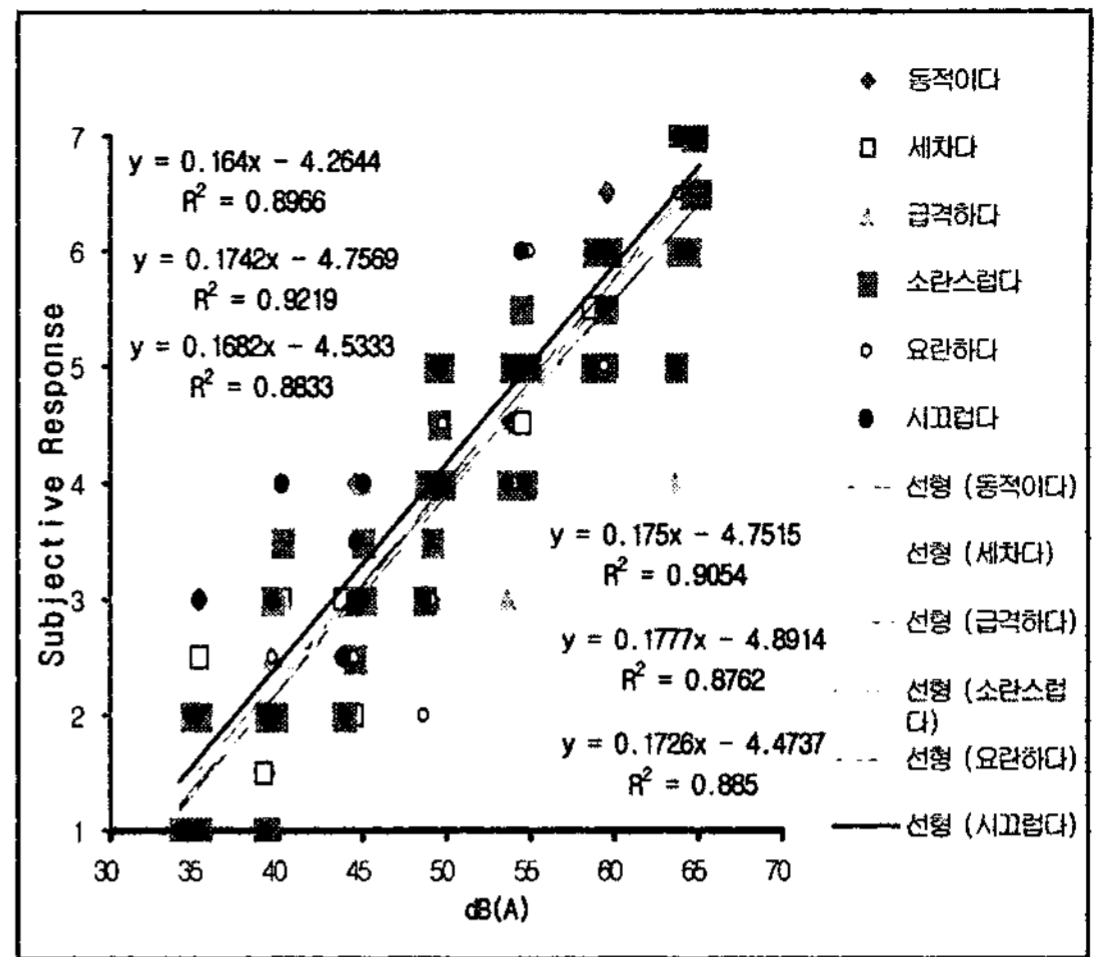
Table 2 R² value between evaluation index and response

Vocabulary		dB(A)	N	NC
Factor 1	동적이다	0.895	0.885	0.819
	세차다	0.921	0.915	0.870
	급격하다	0.883	0.866	0.792
	소란스럽다	0.905	0.890	0.817
	요란하다	0.885	0.87	0.759
	시끄럽다	0.885	0.871	0.795
	Average	0.90	0.88	0.81
Factor 2	듣기싫다	0.795	0.778	0.686
	신경쓰인다	0.821	0.803	0.701
	불쾌하다	0.757	0.736	0.639
	싫다	0.781	0.761	0.659
	거슬린다	0.807	0.787	0.689
	Average	0.79	0.77	0.67
Factor 3	불만족스럽다	0.785	0.764	0.650
	불편하다	0.842	0.825	0.731
	방해된다	0.876	0.850	0.771
	Average	0.83	0.81	0.72

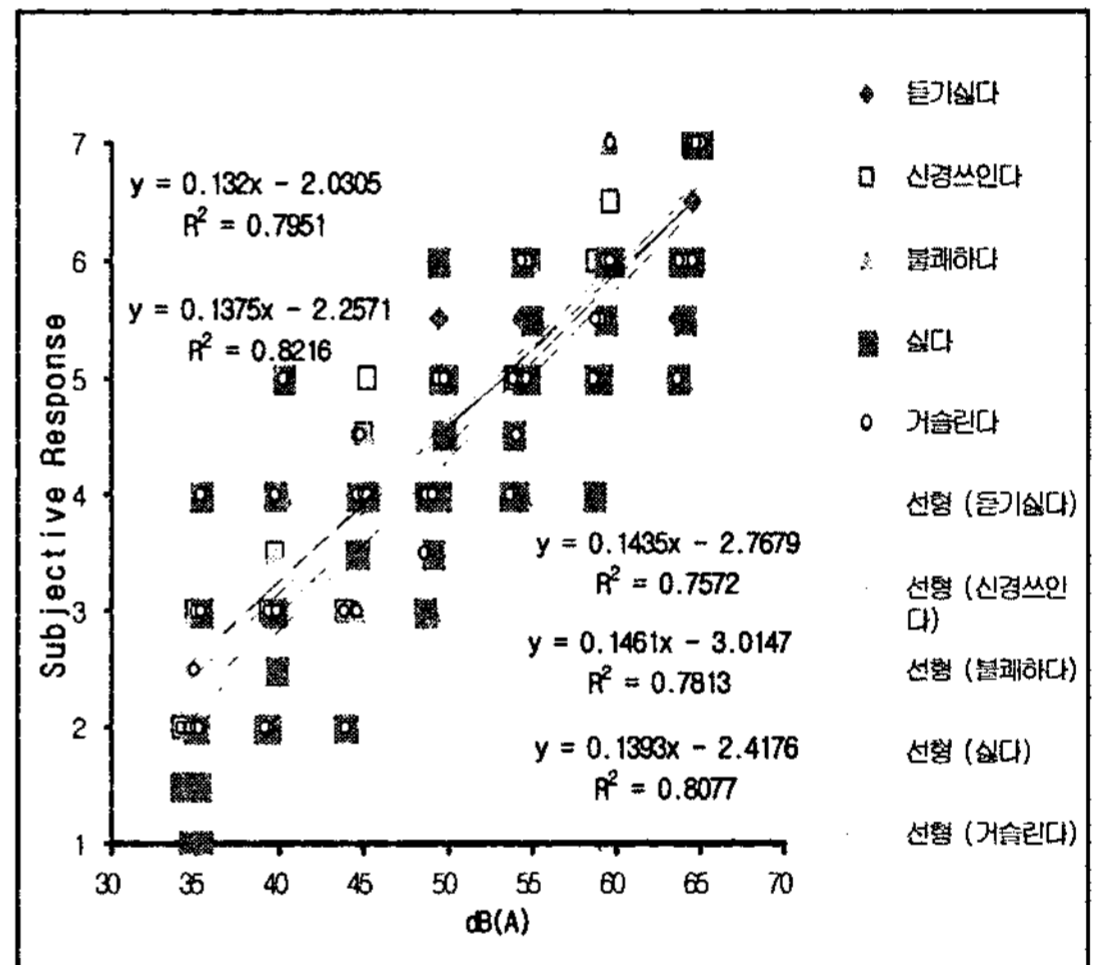
으며, 급배수설비소음의 감정적 반응을 나타내는 어휘로 구성된 제 2요인군인 “듣기싫다”, “불만족스럽다”, “불쾌하다”가 낮은 순위를 보여주고 있다. 그리고 급배수 설비소음에 대한 반응결과를 표현하는 어휘로 제 3요인군인 “불만족스럽다”, “ 방해된다”, “거슬린다”가 각 평가지표별로 중간 순위에 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다.

물리적 평가치와 심리반응치와의 결정계수(R²)를 살펴보면, 대체적으로 0.65 이상의 높은 상관값을 보이고 있어 양호한 상관관계가 있음을 알 수 있다. 이를 평가 어휘요인별로 살펴보면, 급배수 설비소음의 현상표현 어휘로 구성된 제 1요인인 “세차다”, “소란스럽다”, “동적이다”가 높은 순위를 보이고 있으며, 급배수설비소음의 감정적 반응을 나타내는 어휘로 구성된 제 2요인군인 “듣기싫다”, “불만족스럽다”, “불쾌하다”가 낮은 순위를 보여주고 있다. 그리고 급배수 설비소음에 대한 반응결과를 표현하는 어휘로 제 3요인군인 “불만족스럽다”, “방해된다”, “거슬린다”가 각 평가지표별로 중간 순위에 분포하고 있는 것으로 나타나고 있다.

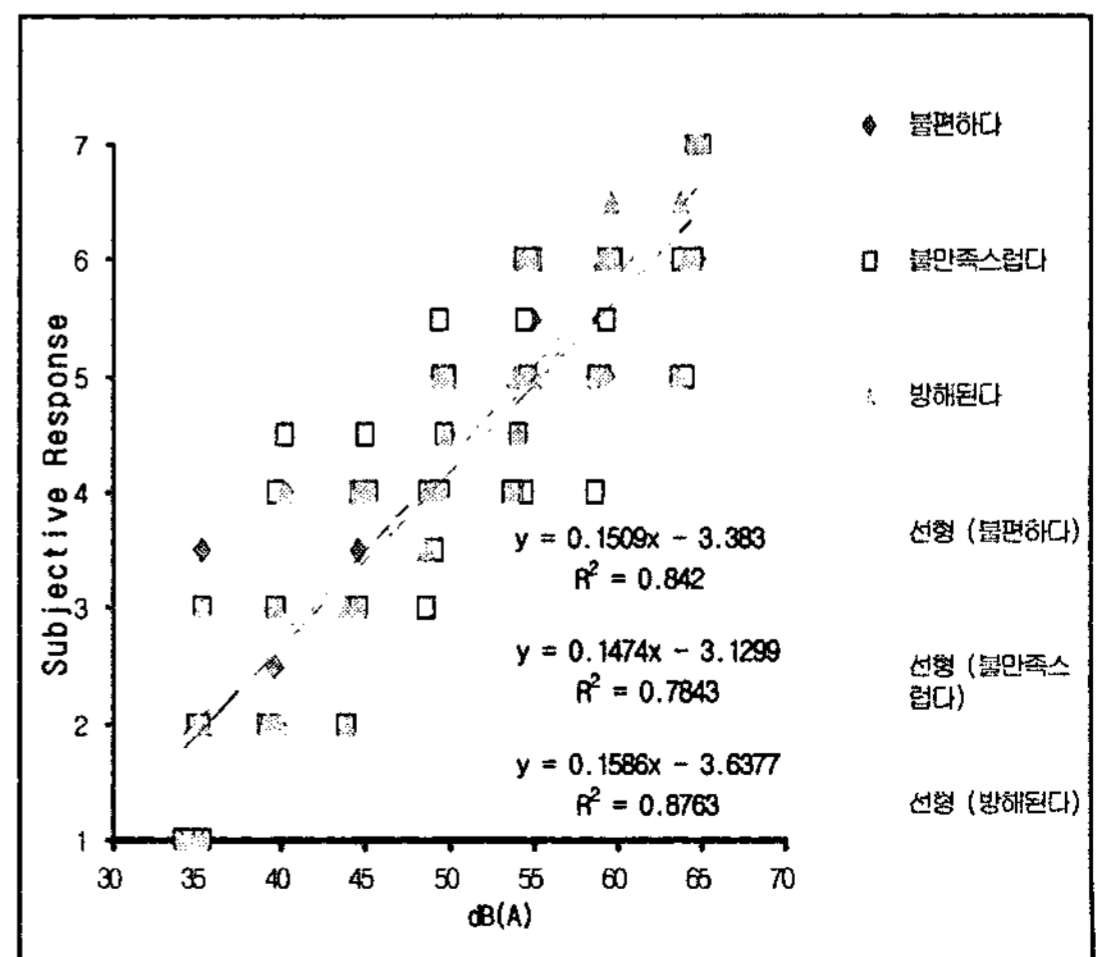
또한 3가지의 평가척도와 각 어휘요인별 상관성을 살펴보면 dB(A)로 평가한 물리적 평가치와 심리적 반응치의 상관계수 값이 가장 높게 나타나고 있으며, dB(A) 평가법을 역으로 취한 N값에 의한 평가



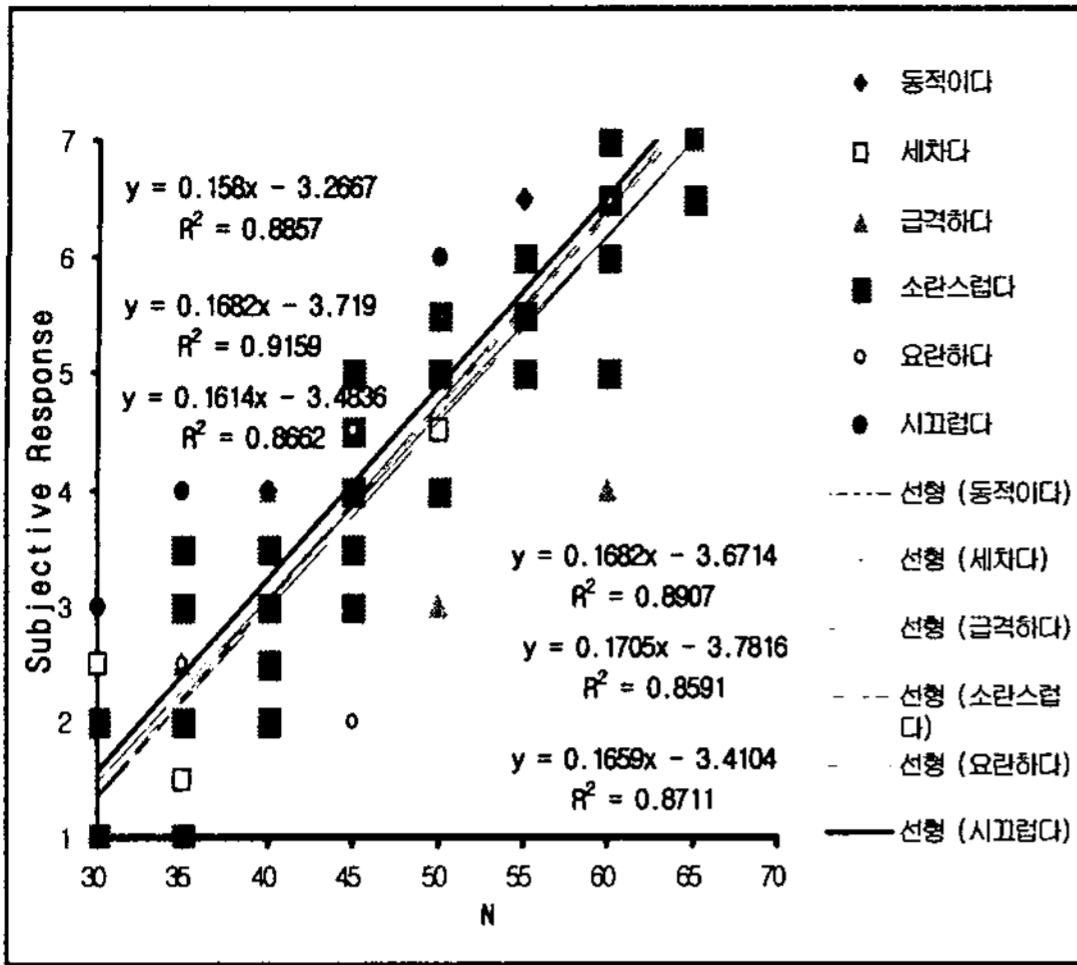
(a) Subjective response for dB(A) values



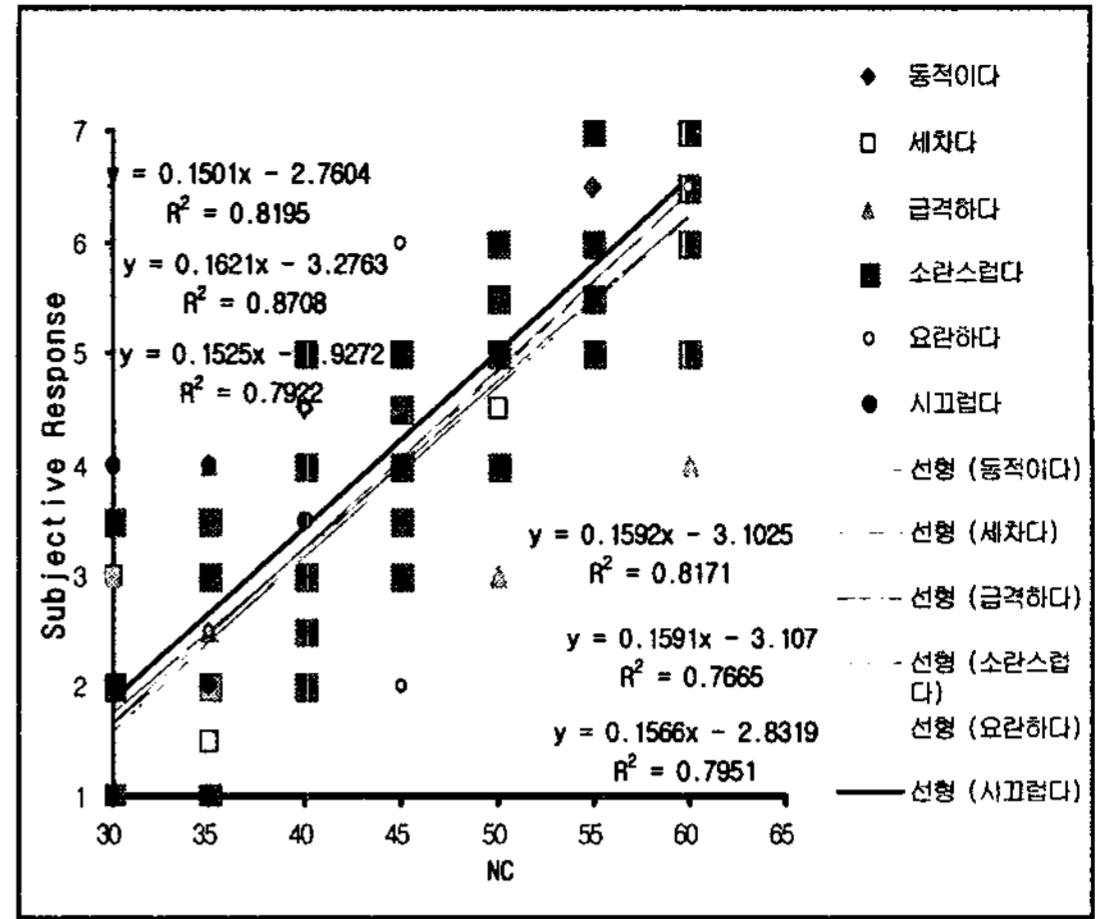
(b) Subjective response for dB(A) values



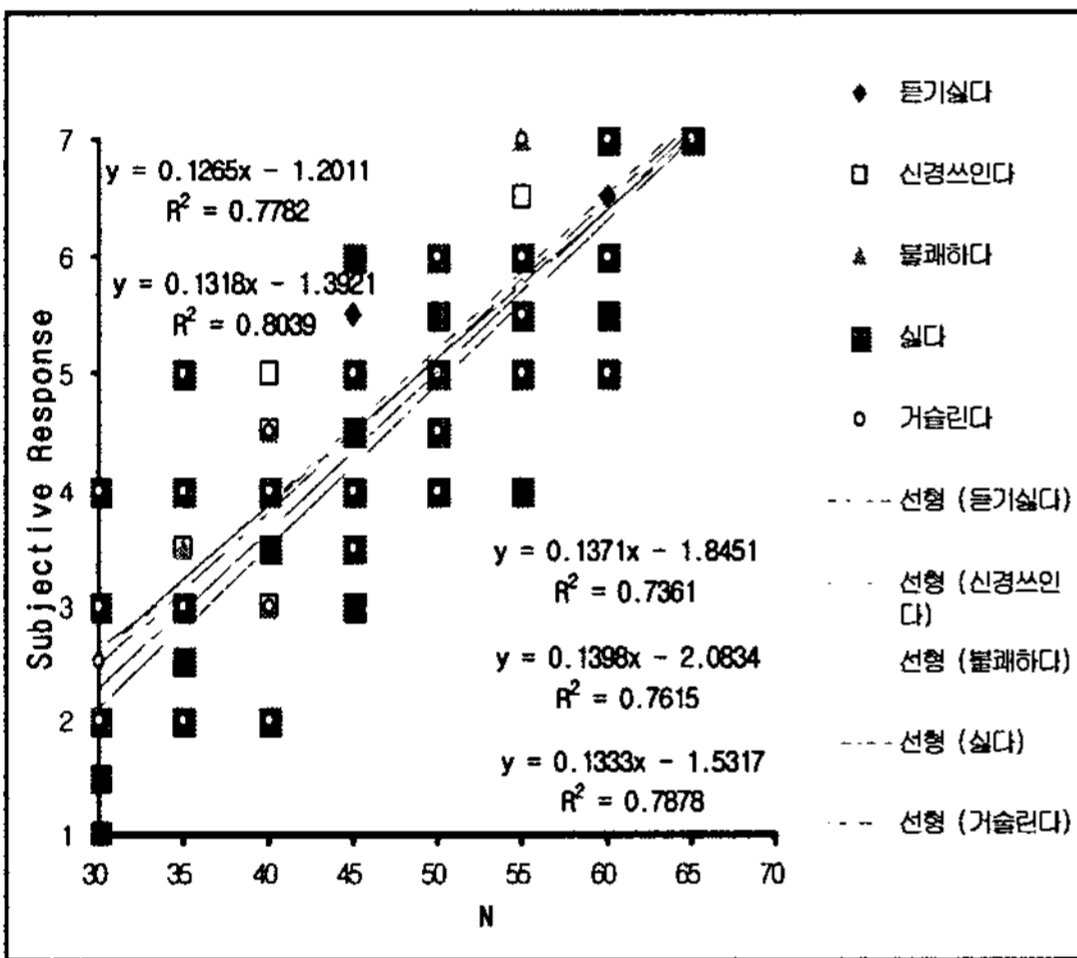
(c) Subjective response for dB(A) values



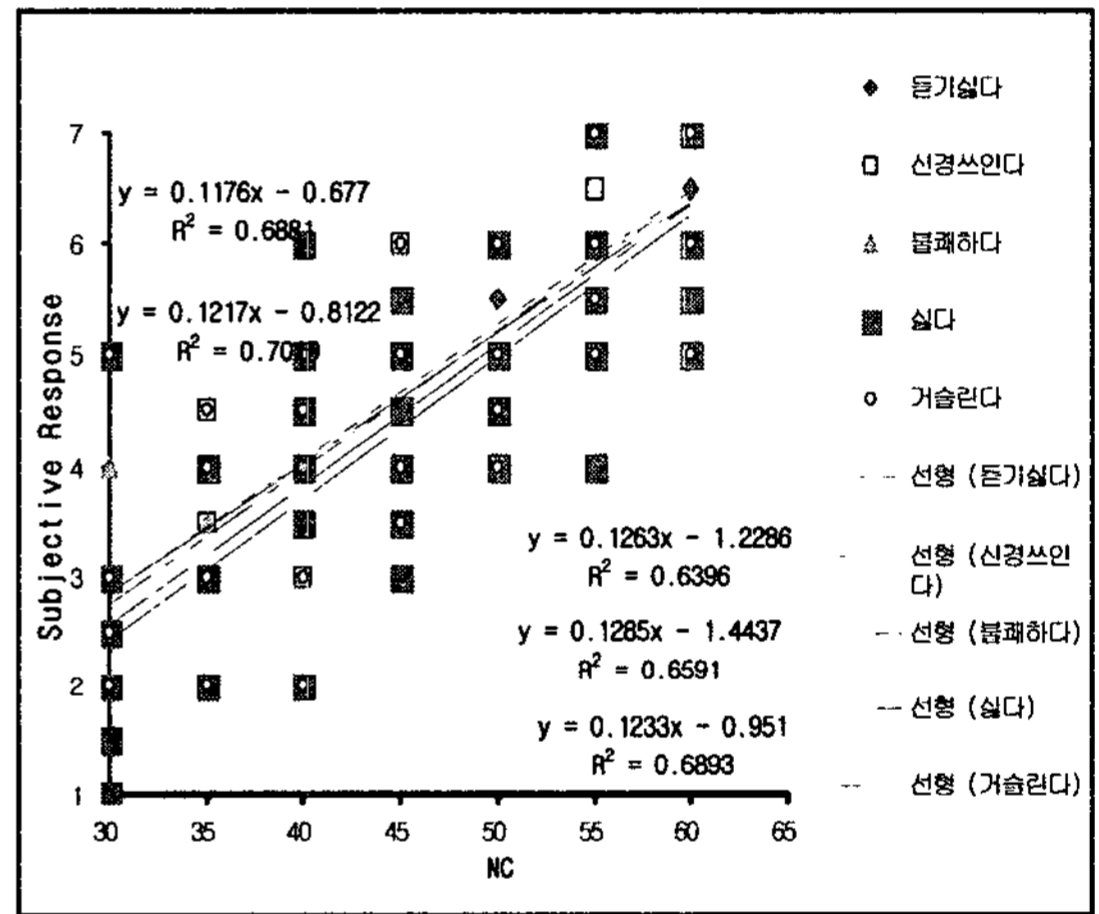
(d) Subjective response for N values



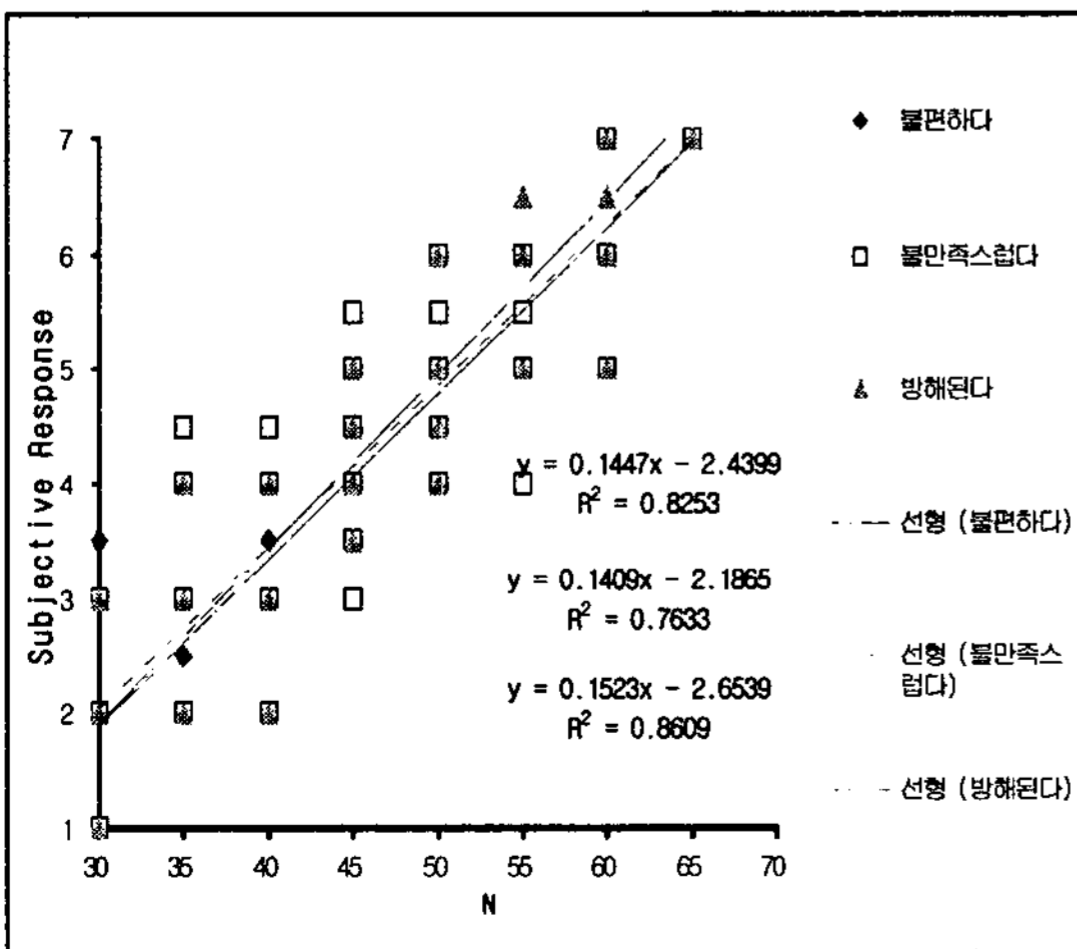
(g) Subjective response for NC values



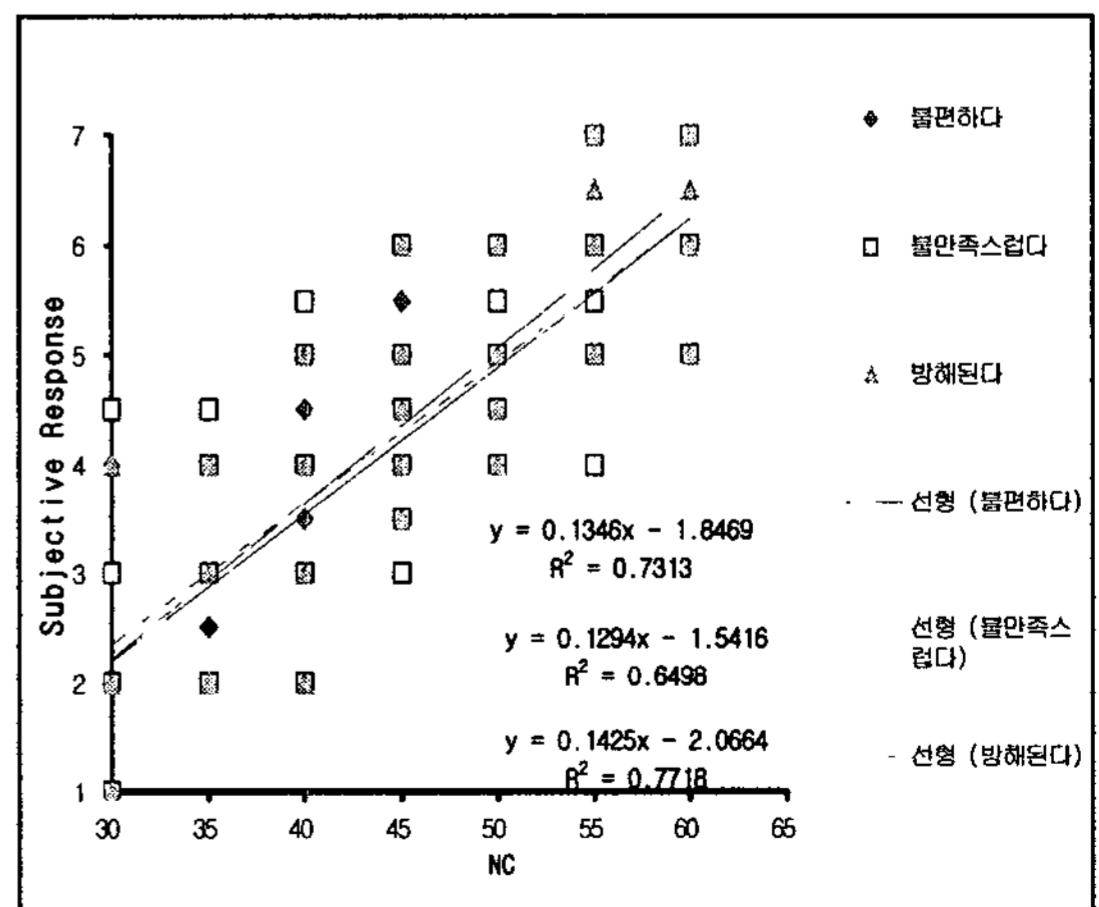
(e) Subjective response for N values



(h) Subjective response for NC values



(f) Subjective response for N values



(i) Subjective response for NC values

Fig. 5 Analysis of relationship between evaluation index and response

법이 dB(A)로 평가할 때의 상관계수와 거의 유사한 값을 지니고 있는데 반해 NC로 평가한 물리적 평가치와 심리적 반응치의 상관계수는 이보다 조금 낮은 값을 보이고 있다.

이는 소음에 대한 인간의 청각 특성이 반영된 평가척도라 할 수 있는 dB(A)와 N값에 의한 평가가 더 높은 상관성을 보인 것이라 사료되며, 측정과 평가의 절차 측면에서 dB(A)에 의한 평가법이 훨씬 더 타당한 것이라 판단되어 급배수 설비소음의 평가는 여러 가지 평가지표 가운데 dB(A) 평가법을 채택하는 것이 가장 효율적이라 생각된다.

4. 평가어휘 척도 분석

국내 실정에 적합한 급배수설비 소음기준을 제안하기 위해 청감실험결과 분석을 통해 평가어휘 요인별로 심리 반응치 값에 대응하는 물리적 평가지수에 해당하는 값을 구한 결과는 Table 3과 같다.

평가어휘별 소음평가척도와의 관계를 살펴보면 dB(A), N, NC의 세 가지 평가척도 모두가 어휘척도

Table 3 Vocabulary rating scale of dB(A) index

Vocabulary		Not at all (1)	Nearly (2)	Not so (3)	A little (4)	Fairly (5)	Quite (6)	Severe (7)
Factor 1	동적이다	32.1	38.2	44.3	50.4	56.5	62.6	68.7
	세차다	33.0	38.8	44.5	50.3	56.0	61.8	67.5
	급격하다	32.9	38.8	44.8	50.7	56.7	62.6	68.6
	소란스럽다	32.9	38.6	44.3	50.0	55.7	61.4	67.2
	요란하다	33.2	38.8	44.4	50.0	55.7	61.3	66.9
	시끄럽다	31.7	37.5	43.3	49.1	54.9	60.7	66.5
	Average	32.6	38.4	44.3	50.1	55.9	61.7	67.6
Factor 2	듣기싫다	23.0	30.5	38.1	45.7	53.3	60.8	68.4
	신경쓰인다	23.7	31.0	38.2	45.5	52.8	60.1	67.3
	불쾌하다	26.3	33.2	40.2	47.2	54.1	61.1	68.1
	싫다	27.5	34.3	41.2	48.0	54.9	61.7	68.5
	거슬린다	24.5	31.7	38.9	46.1	53.2	60.4	67.6
	Average	25.0	32.1	39.3	46.5	53.7	60.8	68.0
Factor 3	불만족스럽다	27.9	34.7	41.5	48.3	55.1	61.9	68.7
	불편하다	29.0	35.7	42.3	48.9	55.6	62.2	68.8
	방해된다	29.6	36.0	42.3	48.7	55.1	61.5	67.8
	Average	28.8	35.5	42.0	48.6	55.3	61.9	68.4

Table 4 Vocabulary rating scale of N index

Vocabulary		Not at all (1)	Nearly (2)	Not so (3)	A little (4)	Fairly (5)	Quite (6)	Severe (7)
Factor 1	동적이다	27.0	33.3	39.7	46.0	52.3	58.7	65.0
	세차다	28.1	34.0	39.9	45.9	51.8	57.8	63.7
	급격하다	27.8	34.0	40.2	46.4	52.6	58.8	65.0
	소란스럽다	26.7	32.6	38.5	44.5	50.4	56.4	62.3
	요란하다	31.4	38.0	44.5	51.1	57.7	64.2	70.8
	시끄럽다	26.6	32.6	38.6	44.7	50.7	56.7	62.8
	Average	27.9	34.1	40.2	46.4	52.6	58.8	64.9
Factor 2	듣기싫다	17.4	25.3	33.2	41.1	49.0	56.9	64.8
	신경쓰인다	18.1	25.7	33.3	40.9	48.5	56.1	63.7
	불쾌하다	20.8	28.3	35.3	42.6	49.9	57.2	64.5
	싫다	22.1	29.2	36.4	43.5	50.7	57.8	65.0
	거슬린다	19.0	26.5	34.0	41.5	49.0	56.5	64.0
	Average	19.5	27.0	34.4	42.0	49.4	56.9	64.4
Factor 3	불만족스럽다	22.5	29.6	36.8	43.9	51.0	58.1	65.2
	불편하다	23.8	30.7	37.6	44.5	51.4	58.3	65.2
	방해된다	24.0	30.6	37.1	43.7	50.3	56.8	63.4
	Average	23.4	30.3	37.2	44.0	50.9	57.7	64.6

값이 높아질수록 소음의 정도를 나타내는 물리적 평가치의 값들이 높아지고 있음을 알 수 있다.

여기서 평가어휘의 요인별로 평가척도별 소음의 물리적 값과의 관계를 살펴보면, 세 가지 평가방법 모두 요인 1 어휘에 대한 소음평가지수 평균값이 요인 3 어휘에 대한 소음평가지수 평균값에 비해 높게 나타나고 있고, 요인 2의 평균값이 가장 낮은 값을 나타내고 있다.

이러한 이유는 제 1요인군의 어휘는 “급격하다”, “동적이다”, “세차다”, “요란하다”, “소란스럽다”, “시끄럽다”와 같이 급배수 설비소음에 대한 “소음현상을 표현”하는 어휘들로 구성되어 있으며, 제 3인군의 어휘는 “불편하다”, “불만족스럽다”, “방해된다”와 같이 급배수 설비소음에 대한 “반응의 결과를 표현”하는 어휘들로 구성되어 있다

제 2요인군에 속한 어휘는 “듣기싫다”, “신경쓰인다”, “불쾌하다”, “싫다”, “거슬린다”로 이는 급배수 설비소음을 듣고 “감정상 반응을 표현”하고 있는 어휘들로 구성되어 있어 어휘의 특성상 제 2요인 어휘에 대한 수음자의 반응이 가장 민감하게 반응한 것으로 생각되며, 급배수 설비소음 기준선정을 위한 평가지표로서는 어휘 요인분석에 의한 제 2요인이 가장 적합하다고 사료된다.

또한 급배수 설비소음의 물리량에 대한 수음자의 주관적 반응치를 7단계의 어휘척도(전혀, 거의, 그다지, 약간, 보통, 상당히, 매우)로 구분하여 각 요인별 평균치를 살펴본 결과, Table 6과 같이 각 어휘간 등급차가 전 구간에서 청감상 약 5의 간격으로 나타나고 있어, 척도 사이의 간격은 일반적 등급설정시의 소음등급과 비슷한 간격을 보이고 있음을 확인

Table 5 Vocabulary rating scale of NC index

Vocabulary		Not at all (1)	Nearly (2)	Not so (3)	A little (4)	Fairly (5)	Quite (6)	Severe (7)
Factor 1	동적이다	25.1	31.7	38.4	45.0	51.7	58.4	65.0
	세차다	26.4	32.5	38.7	44.9	51.1	57.2	63.4
	급격하다	21.6	28.3	34.7	41.3	47.9	54.4	61.0
	소란스럽다	25.8	32.1	38.3	44.6	50.9	57.2	63.5
	요란하다	25.8	32.0	38.4	44.7	51.0	57.2	63.5
	시끄럽다	24.5	30.9	37.2	43.6	50.0	56.4	62.8
	Average	24.9	31.3	37.6	44.0	50.4	56.8	63.2
Factor 2	듣기싫다	14.3	22.8	31.3	39.8	48.3	56.8	65.3
	신경쓰인다	14.9	23.1	31.3	39.5	47.8	56.0	64.2
	불쾌하다	17.6	25.6	33.5	41.4	49.3	57.2	65.2
	싫다	19.0	26.8	34.6	42.4	50.1	57.9	65.7
	거슬린다	15.8	23.9	32.0	40.2	48.3	56.4	64.5
	Average	16.3	24.4	32.5	40.7	48.8	56.9	65.0
Factor 3	불만족스럽다	19.3	27.1	34.9	42.7	50.6	58.4	66.2
	불편하다	21.2	28.6	36.0	43.4	50.9	58.3	65.7
	방해된다	21.7	28.7	35.8	42.9	49.9	57.0	64.1
	Average	20.7	28.1	35.6	43.0	50.5	57.9	65.3

Table 6 Evaluation index and average vocabulary rating scale

Factor	Evaluation method index	Vocabulary rating scale						
		Not at all (1)	Nearly (2)	Not so (3)	A little (4)	Fairly (5)	Quite (6)	Severe (7)
Factor 1	dB(A)	32.6	38.4	44.3	50.1	55.9	61.7	67.6
	N	27.9	34.1	40.2	46.4	52.6	58.8	64.9
	NC	24.9	31.3	37.6	44.0	50.4	56.8	63.2
Factor 2	dB(A)	25.0	32.1	39.3	46.5	53.7	60.8	68.0
	N	19.5	27.0	34.4	42.0	49.4	56.9	64.4
	NC	16.3	24.4	32.5	40.7	48.3	56.9	65.0
Factor 3	dB(A)	28.8	35.5	42.0	48.6	55.3	61.9	68.4
	N	23.4	30.3	37.2	44.0	50.9	57.7	64.6
	NC	20.7	28.1	35.6	43.0	50.5	57.9	65.3

할 수 있다.

그러나 평가척도에 따라서는 같은 어휘척도 값이 어휘 요인에 따라서 7이상의 차이를 보이는 경우도 나타나 일반적인 등급의 범위인 5를 초과하게 되면, 소음 기준 설정 시 기준이 되는 값이 달라 질 수 있기 때문에 평가 어휘선정에 신중을 기해야 할 것으로 판단된다.

5. 결 론

이 연구는 국내 공동주택 급배수 설비 소음원을 대상으로 청감실험을 실시, 욕실 급배수 설비 소음에 대한 주관적 반응정도를 조사·분석한 후, 소음원에 대한 물리적 평가치와의 상관성을 분석하여 14개 평가어휘 척도에 해당하는 평가치를 산정하여 평가어휘 요인별로 심리 반응치 값에 대응하는 물리적 평가치수에 해당하는 값을 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 급배수 소음평가 방법 선정을 위한 청감실험 결과 각 어휘별로 상관성을 나타내는 결정계수(R^2)값이 0.65~0.92로 비교적 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, dB(A), N, NC의 세 가지 평가척도 중에서 dB(A)로 평가한 물리적 평가치와 심리적 반응치의 상관계수 값이 가장 높은 것으로 분석되었다.

이는 소음에 대한 인간의 청각 특성을 반영한 평가척도라 할 수 있는 dB(A)와 N값에 의한 평가가 더 높은 상관성을 보인 것이라 사료되며, 측정과 평가의 절차 측면에서 dB(A)에 의한 평가법이 훨씬 더 타당한 것이라 판단되었다.

(2) 평가어휘의 요인별로 평가척도별 소음의 물리적 값과의 관계를 분석한 결과, 세 가지 평가방법 모두 요인 2에 해당하는 어휘의 평균값이 가장 낮은 값을 나타내고 있었다. 제 2요인에 해당하는 “듣기 싫다”, “신경쓰인다”, “불쾌하다”, “싫다”, “거슬린다”의 어휘는 급배수 설비소음을 듣고 “감정상 반응을 표현”하고 있는 어휘들로 구성되어 있어 어휘의 특성상 수음자의 반응이 가장 민감하게 반응한 것으로 생각되며, 급배수 설비소음 기준선정을 위한 평가지표로서는 제 2요인의 어휘지표가 가장 적합하다고 판단되었다. 그러나 평가척도에 따라서는 같은 어휘척도 값이 어휘 요인에 따라서 7이상의 차이를 보이는 경우도 나타나 평가 어휘선정에 신중을 기해야 할 것으로 판단된다.

(3) 급배수 설비소음의 물리량에 대한 수음자의 주관적 심리반응치를 어휘별 특성(전혀, 거의, 그다지, 약간, 보통, 상당히, 매우)의 7단계척도로 표현하여 소음레벨에 대응하는 물리적 평가지수를 분석한 결과, 단계별 소음레벨의 어휘간 등급차가 전 구간에서 청감상 약 5 dB(A)의 간격을 보이고 있어 급배수 설비소음의 5 dB(A) 간격 등급화가 가능함을 확일 할 수 있었다.

그러나 각종 소음기준의 설정은 대단히 민감한 문제로 기준에 대한 필요성, 기준 결정방법, 기준적용의 범위 등에 대한 사회적 합의가 필요하므로 소음 기준 설정은 다양한 사례에 대한 연구가 선행되어야 할 것으로 사료된다.

후 기

이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학 육성사업 Biohousing 사업단의 지원에 의한 연구결과임.

참 고 문 헌

- (1) Lee, T.-G., et al., 2007, “A Study on the Noise Rating of Water Supply and Drain Installations in Apartment Bathroom”, Journal of KIEAE, Vol. 7, No. 1. pp. 57~64.
- (2) Lee, T.-G., et al, 2007, “An Experimental Study on the Noise Characteristics of Water Supply and Drain Installations Varied with Water Suppling Pressure in Apartment Bathroom”, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 17, No. 3, pp. 000~000.
- (3) Song, G.-G., et al, 2007, “An Experimental Study on the Selection of the Proper Vocabularies for Evaluation about the Noise Emission from Water Supply and Drain Installations in Apartment Bathroom”, Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference.
- (4) Lee, T.-G., et al., 2007, “An Experimental Study on the Rating of Noise Emission from Water Supply and Drain Installations in Apartment Bathroom”, Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference.

(5) 日本建築學會, 建築物の遮音性能基準と設契指針 第二版, 技報堂出版.
 (6) 建築技術, 2001, 住まいの音環境の實務的設計術, 建築技術.

(7) Bies, D. A. and Hansen, C. H., 1988, "Engineering Noise Control", Department of Mechanical Engineering, University of Adelaide, pp. 88~89.

Appendix 1 Subjective response and evaluation index for closet noise

Source index	Evaluation index			Vacabulary													
	dB(A)	NC	N	듣기 싫다	신경 쓰인다	불쾌하다	싫다	거슬린다	시끄럽다	불만족스럽다	불편하다	방해된다	세차다	동적이다	급격하다	소란스럽다	요란하다
1_1	44.5	40	40	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
3_3	44.6	40	40	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	3	3	3
4_1	39.6	35	35	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4_3	59.5	55	55	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6
5_1	59.3	55	55	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	5	5
5_2	54.5	50	50	6	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5
7_1	64.4	60	60	7	7	7	6	7	7	6	6	6	7	6	6	6	7
8_2	34.9	30	30	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8_3	54.4	50	50	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5
9_2	35.0	30	30	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10_2	49.5	45	45	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
11_2	49.5	45	45	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12_1	59.4	55	55	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5
13_2	49.7	45	45	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4
15_3	65.0	60	65	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
16_3	54.6	50	50	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5
17_1	44.6	40	40	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19_1	39.6	35	35	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2
19_3	64.5	60	60	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
21_2	35.1	30	30	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1
21_3	34.6	30	30	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Appendix 2 Subjective response and evaluation index for faucet delivering noise

Source index	Evaluation index			Vacabulary													
	dB(A)	NC	N	듣기 싫다	신경 쓰인다	불쾌하다	싫다	거슬린다	시끄럽다	불만족스럽다	불편하다	방해된다	세차다	동적이다	급격하다	소란스럽다	요란하다
1_2	48.6	45	45	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	2
1_3	35.3	30	30	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2_3	58.6	55	55	5	5	4	4	5	5	4	5	5	6	5	5	5	5
3_2	63.7	60	60	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	4	5	5
4_2	44.6	40	40	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3
6_1	48.7	45	45	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3
7_3	35.0	30	30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
8_1	64.0	60	60	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6
10_1	39.3	35	35	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1
10_3	53.9	50	50	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4
11_1	59.0	55	55	6	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	5	6	6
11_3	58.7	55	55	5	6	5	5	6	6	5	5	5	6	5	5	6	6
12_2	63.7	60	60	6	6	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6	6	7
12_3	39.1	35	35	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1
13_1	43.9	40	40	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16_2	39.3	35	35	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18_2	43.8	40	40	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2
18_3	49.1	45	45	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3
19_2	53.6	50	50	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
20_1	34.1	30	30	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20_3	54.0	50	50	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4

Appendix 3 Subjective response and evaluation index for faucet draining noise

Source index	Evaluation index			Vacabulary													
	dB(A)	NC	N	듣기 싫다	신경 쓰인다	불쾌하다	싫다	거슬린다	시끄럽다	불만족스럽다	불편하다	방해된다	세차다	동적이다	급격하다	소란스럽다	요란하다
2_1	40.2	30	35	5	5	4	5	5	4	5	4	4	3	3	3	4	4
2_2	49.3	40	45	6	6	6	6	5	5	6	5	5	4	4	4	5	5
3_1	64.5	60	60	7	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6
5_3	59.7	50	55	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6
6_2	35.3	25	30	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	2	2	2
6_3	35.2	30	30	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1
7_2	54.9	45	50	5	6	6	6	6	5	6	6	5	4	5	5	5	6
9_1	54.7	45	50	6	6	6	5	6	5	6	6	6	4	5	5	5	5
9_3	49.8	40	45	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5
13_3	44.8	35	40	4	4	4	4	5	3	4	4	4	3	3	3	3	3
14_1	59.6	55	55	7	6	7	6	7	6	6	6	6	5	5	6	6	6
14_2	54.4	50	50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5
14_3	35.2	30	30	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
15_1	59.7	55	55	6	7	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6
15_2	45.0	35	40	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
16_1	64.7	55	60	6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
17_2	64.7	60	60	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
17_3	45.1	40	40	4	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
18_1	39.7	35	35	4	4	4	3	4	3	4	3	3	2	3	3	3	3
20_2	49.7	40	45	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5
21_1	39.8	30	35	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2